

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-103086

(43)Date of publication of application : 13.04.1999

(51)Int.Cl.

H01L 31/042

(21)Application number : 10-118682

(71)Applicant : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 28.04.1998

(72)Inventor : KONDO MASATAKA
TAKENAKA ATSUSHI

(30)Priority

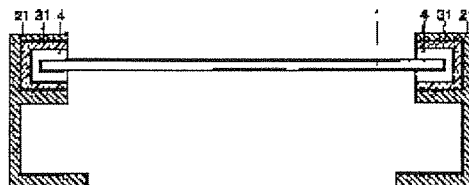
Priority number : 09202890
09202891Priority date : 29.07.1997
29.07.1997Priority country : JP
JP

(54) SOLAR BATTERY MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solar battery module excellent in insulation withstand voltage reliability and/or mechanical reliability.

SOLUTION: A solar battery 1 and a retaining member 21 retaining the solar battery 1 are installed. The retaining member 21 has a metal part, and a spacer 31 is contained between the solar battery 1 and the metal part of the retaining member 21. The spacer 31 whose thermal conductivity is at most 10^{-3} W/cm. $^{\circ}$ C acts as a thermal insulating material and/or the spacer 31 whose resistivity is at least 10^{12} Ω .cm acts as an insulating material. The shape of the spacer 31 is maintained in an operating state of the solar battery 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.06.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-103086

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月13日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 1 L 31/042

H 0 1 L 31/04

R

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-118682

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月28日

(31) 優先権主張番号 特願平9-202890

(32) 優先日 平 9 (1997) 7月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-202891

(32) 優先日 平 9 (1997) 7月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000941

鐘淵化学工業株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

(72) 発明者 近藤 正隆

神戸市北区北五葉2丁目8-15

(72) 発明者 竹中 淳

大津市比叡辻1丁目25-1 比叡寮101

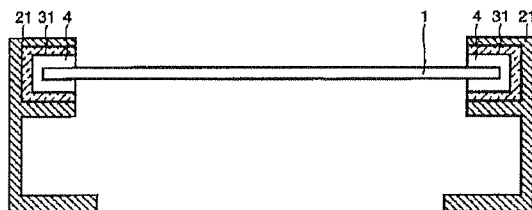
(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】 絶縁耐圧信頼性および/または機械的信頼性に優れた太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】 太陽電池1と太陽電池1を支持する支持部材21とを備え、支持部材21は金属部分を有し、太陽電池1と支持部材21の金属部分との間には、スペーサ31を含み、スペーサ31は、熱伝導係数が $10^{-3} \text{ W} / \text{cm} \cdot ^\circ \text{C}$ 以下であって断熱材として作用し、および/または抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であって絶縁材として作用し、かつ、太陽電池1の動作状態において形状を維持する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 太陽電池モジュールであって、太陽電池と、前記太陽電池を支持する支持部材と、を備え、前記支持部材は、金属部分を有し、前記太陽電池と前記支持部材の前記金属部分との間には、スペーサを含み、

前記スペーサは、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であって断熱材として作用し、かつ、前記太陽電池の動作状態において形状を維持する、太陽電池モジュール。

【請求項2】 太陽電池モジュールであって、太陽電池と、前記太陽電池を支持する支持部材と、を備え、

前記支持部材は、金属部分を有し、前記太陽電池と前記支持部材の前記金属部分との間の少なくとも一部には、スペーサを含み、前記スペーサは、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって絶縁材として作用し、かつ、前記太陽電池の動作状態において形状を維持する、太陽電池モジュール。

【請求項3】 太陽電池モジュールであって、太陽電池と、前記太陽電池を支持する支持部材と、を備え、前記支持部材は、金属部分を有し、前記太陽電池と前記支持部材の前記金属部分との間には、スペーサを含み、

前記スペーサは、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であり、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって、断熱材および絶縁材として作用し、かつ、前記太陽電池の動作状態において形状を維持する、太陽電池モジュール。

【請求項4】 前記太陽電池は、活性層としてアモルファスシリコンが用いられた薄膜光電変換素子を含み、前記太陽電池の裏面に設けられた断熱手段をさらに備えた、請求項1または請求項3に記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】 前記太陽電池と前記支持部材の前記金属部分との間の全領域に、前記スペーサを含む、請求項2に記載の太陽電池モジュール。

【請求項6】 前記スペーサは、ポリカーボネート、ポリスチレン、発泡樹脂、ポリウレタン、セルロースアセテート、シリコン、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ガラスファイバー、石綿、グラスフォーム、アクリル系フォーム、ゴム発泡体、およびコルクからなる群から選ばれたいずれかの材料を含む、請求項1～請求項5のいずれかに記載の太陽電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、太陽電池モジュールに関するものであり、特に、太陽光発電に用いられる太陽電池モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、太陽光発電技術の普及に伴い、結晶シリコン、アモルファス系半導体等を用いた太陽電池が大量に製造され、モジュールの形態で屋上に設置されたり、建物の屋根や壁の建築材料と一体化した構造として販売されている。

【0003】また、アモルファス系半導体等を用いた薄膜系太陽電池モジュールは、量産が可能であり、単純な基板一体型集積構造にすることができるため、コスト面で有利であり、特に近年注目を集めている。

【0004】この基板一体型集積構造の薄膜系太陽電池モジュールの製造プロセスの概略は、次のとおりである。まず、ガラス基板上に熱CVD法等により SnO_2 等の透明電極層を形成し、レーザ加工等を用いてパターニングする。次に、この上に、プラズマCVD法等により光半導体層を形成し、同様にレーザ加工等を用いてパターニングする。続いて、この上に、蒸着法等により、裏面電極層として、金属膜、または透明電極と金属の多層膜を形成した後、最終のパターニングをすることにより、複数の光半導体素子が1枚のガラス基板の上に配線された形で形成される。これに端子を取出すための簡単な配線を施した後、裏面を充填材、裏面保護シートで封止、保護することにより、太陽電池が形成される。この太陽電池を、アルミニウム製フレーム等の支持部材に、ブチルゴム等のシーリング材を介してはめ込むことにより、太陽電池モジュールが簡便に作製される。

【0005】図7は、従来の基板一体型集積構造の薄膜系太陽電池モジュールの一例の概略構成を示す断面図である。

【0006】図7を参照して、この太陽電池モジュールは、太陽電池1と、太陽電池1を支持するアルミニウム製フレーム21とを備え、太陽電池1はアルミニウム製フレーム21に、ブチルゴムからなるシーリング材4を介してはめ込まれている。

【0007】また、図8は、図7に示す太陽電池モジュールの太陽電池1を拡大して示す部分断面図である。

【0008】図8を参照して、この太陽電池1は、1枚のガラス基板10と、ガラス基板10上に順次形成された透明電極層20、光半導体層30、および裏面電極層40からなる複数の光半導体素子50とを備えている。ガラス基板10の素子形成面（裏面）側は、充填材60により封止され、裏面保護シート70により保護されている。

【0009】また、図10は、従来の基板一体型集積構造の薄膜系太陽電池モジュールの他の例の概略構成を示す断面図である。この太陽電池モジュールは、建物の屋根に設置することを前提として設計されたものである。

【0010】図10を参照して、この太陽電池モジュールは、太陽電池1と、太陽電池1を支持する支持台5および押え部材23とを備えている。支持台5は木材からなり、押え部材23はアルミニウムからなる。また、支

持台5は、建物の屋根に敷かれた鉄板（図示せず）に取付けられるようになっている。さらに、太陽電池1と支持台5との間には、たとえばポリウレタン等からなるクッション材33が介在されている。なお、太陽電池1の構造は、図8に示したのと全く同様であるので、その説明は省略する。

【0011】このように構成される太陽電池モジュールにおいては、発電特性の安定はもとより、紫外線、酸性雨、熱等の環境要素に対する耐候性のほか、これらの太陽電池は人がアクセスしにくい場所に設置されることから、割れる等の機械的な破損が起こらないことが重要な信頼性要件となっている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の太陽電池モジュールの絶縁耐圧を電力取出端子とフレームの間で測定したところ、作製後すぐにおいてはJIS規格を満足するものであったが、高温高湿の加速試験後に測定すると、絶縁耐圧が大幅に低下する現象が一部の試料で見られた。

【0013】そこで、発明者らは、絶縁耐圧の低下の原因を調べたところ、従来の薄膜系（基板一体型）太陽電池モジュールにおいては、フレームまたは押え部材等の太陽電池を支持するための支持部材の組付け構造が結晶系の太陽電池モジュールと同様であるため、以下のような問題が生じることがわかった。

【0014】図9は、従来の基板一体型薄膜系太陽電池モジュールにおける問題点を説明するための図である。

【0015】図9を参照して、従来の太陽電池モジュールにおいては、太陽電池1のフレーム21への組付けの際にブチルゴムからなるシーリング材4を介在させているが、長期間の曝露によって、ブチルゴムからなるシーリング材4が流動してしまう。そのため、フレーム21内で太陽電池1が移動し、太陽電池1とフレーム21とが接触してしまうことが判明した。特に、傾斜した屋根に取付けられた太陽電池モジュールの場合には、シーリング材4が塑性変形すると、太陽電池1の荷重により、太陽電池1は容易に下方へ移動してしまう。

【0016】また、図8に示す構造の薄膜系太陽電池1では、ガラス基板10の側面や光半導体素子形成面と反対側の光入射面側へ、透明電極層20が回り込んだ状態になることがある。この場合には、ガラス基板10がフレーム21と接触するだけで、絶縁状態が維持できなくなってしまう。特に、図10に示す構造の太陽電池モジュールにおいては、ガラス基板10とアルミニウムからなる押え部材23とが接触しているため、透明電極層20の回り込みが生じると絶縁状態の維持が困難になる。

【0017】そこで、発明者らは、ガラス基板10の周辺部分または端部にまで回り込んで形成された透明電極層20を除去することにより、結晶系の太陽電池モジュールと同様の状況を作り、絶縁対策を行なうことを検討

した。

【0018】しかしながら、熱CVD等の方法によりガラス基板上に SnO_2 透明電極層を形成する際に、ガラス基板の周辺部分だけを SnO_2 層が形成されないようにマスクすることは、気相反応の本質から極めて困難であった。

【0019】また、透明電極層形成後に、グラインダーや面取り装置を用いてガラス基板周辺部の SnO_2 層を、ガラス基板とともに除去する方法も検討した。しかしながら、この方法では、加工コストが上昇するとともに、パーティクルの発生が、次の光半導体層形成工程においてピンホールができてしまうという問題を引き起こしてしまうため、採用できないことがわかった。

【0020】一方、発明者らは、上述した絶縁耐圧低下の問題に加えて、太陽電池モジュールの機能的信頼性の向上の問題にも着目した。

【0021】すなわち、太陽電池の光入射面側のガラス基板（硬質透明板）としては、ほとんどの場合、ガラスや透明セラミックなどの脆性材料が用いられている。その大きな理由は耐候性が透明樹脂と比較して格段に優れていることであるが、周知のごとく、「ガラス」と「割れやすい」という言葉がすぐに結びつくように、ガラスやセラミックは脆いという欠点がある。この対策の1つとして、たとえば強化ガラスを用いることが広く行なわれてきている。しかしながら、太陽電池が屋外に設置されて発電する状態では、太陽電池の温度が 70°C 以上の高温になることがある。太陽電池は、光電変換効率の向上のために光の吸収率が極めて大きい構造になっており、アルミニウム製フレームや屋根などの構造体と比較して温度上昇が極めて激しく、極端な場合には、周囲と比較して 50°C 近い温度差が生じることもある。周知のごとくフレーム等は金属であり熱伝導率が大いため、熱伝導率の小さい（硬質透明板）に大きな温度勾配が動作状態において生じていることが、発明者らの研究により判明した。このことは、太陽電池の機械的信頼性を大きく損なう要素となる。つまり、ガラスを部分的に急冷したり急加熱したりすると割れるようなことはよく知られているが、このようなことが、太陽電池モジュールの動作中においても発生する可能性が極めて大になる問題が、従来の太陽電池モジュールにはあった。

【0022】特に、図10に示す構造の太陽電池モジュールにおいては、従来より機械的信頼性の問題が指摘されていた。

【0023】本発明の目的は、上述した問題を解決し、絶縁耐圧信頼性および／または機械的信頼性に優れた太陽電池モジュールを提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明による太陽電池モジュールは、太陽電池と、太陽電池を支持する支持部材とを備え、支持部材は金属部分を有し、太陽電

池と支持部材の金属部分との間にはスペーサを含み、スペーサは、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であって断熱材として作用し、かつ、太陽電池の動作状態において形状を維持する。

【0025】請求項2の発明による太陽電池モジュールは、太陽電池と、太陽電池を支持する支持部材とを備え、支持部材は金属部分を有し、太陽電池と支持部材の金属部分との間の少なくとも一部にはスペーサを含み、スペーサは、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって絶縁材として作用し、かつ、太陽電池の動作状態において形

状を維持する。
【0026】請求項3の発明による太陽電池モジュールは、太陽電池と、太陽電池を支持する支持部材とを備え、支持部材は金属部分を有し、太陽電池と支持部材の金属部分との間にはスペーサを含み、スペーサは、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であり、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって、断熱材および絶縁材として作用し、かつ、太陽電池の動作状態において形状を維持する。

【0027】請求項4の発明による太陽電池モジュールは、請求項1または請求項3の発明の構成において、太陽電池は、活性層としてアモルファスシリコンが用いられた薄膜光電変換素子を含み、太陽電池の裏面に設けられた断熱手段をさらに備えている。

【0028】請求項5の発明による太陽電池モジュールは、請求項2の発明の構成において、太陽電池と支持部材の金属部分との間の全領域に、スペーサを含んでいる。

【0029】請求項6の発明による太陽電池モジュールは、請求項1～5のいずれかに記載の発明の構成において、スペーサは、ポリカーボネート、ポリスチレン、発泡樹脂、ポリウレタン、セルロースアセテート、シリコン、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、グラスファイバー、石綿、グラスフォーム、アクリル系フォーム、ゴム発泡体、およびコルクからなる群から選ばれるいずれかの材料を含んでいる。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による第1実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【0031】図1を参照して、この太陽電池モジュールは、太陽電池1と、太陽電池1を支持するアルミニウム製フレーム21とを備えている。太陽電池1とアルミニウム製フレーム21との間には、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の断熱材スペーサ31が介在されている。なお、この実施の形態においては、太陽電池1と断熱材スペーサ31との間に、接着補助のため、ブチルゴムからなるシーリング材41がさらに介在されている。また、断熱材スペーサ31は、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって、断熱材としてのみならず、絶縁材として

も作用するものであってもよい。

【0032】冷たいガラスコップに熱湯を入れたり、熱せられたガラスを急に冷やすと割れるということがあるが、これは部分的に温度勾配が生じて熱応力が発生し、ガラスが破壊するからである。したがって、ガラスを徐々に加熱したり冷却したりして、温度勾配が生じない状態であれば、 500°C の高温でも、逆に液体窒素温度のような低温でも、ガラスは破壊することはない。本発明は、こうした自然現象をヒントに考えられたものであり、具体的には太陽電池モジュール内で温度勾配を生ぜしめないように、温度勾配が生じやすい部分、つまり金属と太陽電池とが接触する部分に断熱材スペーサを設置して、温度勾配を抑制している。

【0033】本発明でいう太陽電池とは、太陽電池モジュールから支持部材を除いたもの、あるいはそれに準ずるものであり、光電変換素子と、光電変換素子を機械的ストレスと周囲の湿度や温度、ガス等から保護する封止手段とから構成されるもので、いわゆるフレームレスモジュールと称するものも含まれる。

【0034】具体的な構造の一例を示すと、結晶系の太陽電池の場合は、強化ガラス等の硬質透明板の上にEVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）等の透明充填樹脂シートを配置し、透明板が光入射面側になるように、シリコンウエハに形成された太陽電池素子をはんだめっき銅箔リボンで配線しながら並べた後、取出電極等の配線をし、さらにEVAおよびテドラー（Tedlar）（登録商標）フィルムを順次配置して真空ラミネート法で封止して完成させたものが挙げられる。一方、薄膜系の太陽電池の場合は、たとえば図8に示したように、ガラスまたは強化ガラスの上に直接、酸化スズ等の透明電極層、光半導体層、金属などの裏面電極層を順次形成し、これらの各層をレーザ加工等でパターンニングすることによりモノリシックに発電部、配線部が形成された太陽電池素子を形成した後、EVAおよびテドラーフィルムなどで光入射面側と反対の素子形成面側を封止して完成させたものが挙げられる。また、結晶系、薄膜系のいずれの場合も、光入射面側と反対の素子形成面側には、取出電極や端子箱が設置されている。

【0035】太陽電池のさらに別の形態としては、小面積の薄膜系太陽電池素子を硬質透明板に結晶系の太陽電池と同様に設置したもの、硬質透明板の裏側に可撓性の太陽電池を貼りつけたような構造等が存在するが、こうしたものに限定されず、形状を維持する構造体としての硬質透明板としてガラスやセラミックなどの脆性材料を用いるものであれば、本発明は適宜応用し得るものである。

【0036】また、本発明でいう支持部材とは、単体の太陽電池モジュールの形態であればアルミニウム等の金属フレームを指し、建材一体型太陽電池モジュールの場合においては、木枠等の屋根の構成部材を兼ねるもので

太陽電池モジュールを支持する部分をいう。また、このような支持部材の金属部分としては、フレーム、または建材一体型太陽電池モジュール等においては押え部材等がある。

【0037】また、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の断熱材としては、ポリカーボネート（熱伝導係数： $0.86\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、ポリスチレン（熱伝導係数： $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、発泡樹脂（熱伝導係数： $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下）、ポリウレタン（熱伝導係数： $0.17\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、セルロースアセテート（熱伝導係数： $0.43\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、シリコン（熱伝導係数： $0.43\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、フェノール樹脂（熱伝導係数： $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、エポキシ樹脂（熱伝導係数： $0.35\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、グラスファイバー（熱伝導係数： $0.36\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、石綿（熱伝導係数： $0.44\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、グラスフォーム（熱伝導係数： $0.49\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、アクリル系フォーム（熱伝導係数： $0.29\times 10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）、ゴム発泡体（熱伝導係数： $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下）、またはコルク（熱伝導係数： $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下）等が好適に用いられる。

【0038】さらに、断熱材スペーサの形態としては、テープ状のもの、コの字形にモールドした形状のものが簡便に入手できる。また、スペーサの厚みとしては、支持部材の嵌合部分と太陽電池のサイズとの関係から適宜選択し得るものであるが、完成品の美観、および組立作業の効率等を考慮して、 $0.2\sim 1\text{mm}$ 程度が好ましい。テープ状断熱材の具体的な商品としては、3M社（日本法人：住友スリーエム）よりアクリルフォーム接合材として、アクリル系の発泡樹脂を基材として接着層を両面ないしは片面に設置したテープが販売されている。

【0039】また、断熱材スペーサとしては、太陽電池の動作状態において形状を維持する材料であることが必要とされる。具体的には、太陽電池の動作温度（約 90°C ）の条件下で、太陽電池の荷重がかかった状態でも変形しないことが必要とされる。上述した材料は、いずれの太陽電池の動作状態において形状を維持することができるものであるため、断熱材スペーサとして好ましく用いられる。一方、ブチルゴム、ネオプレン、天然ゴム等のゴムは、熱伝導係数はいずれも $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下であるが、太陽電池用として販売されているものは、室温で可塑性を有し、バテに近い性質であり、太陽電池の動作状態において容易に変形してしまうため、断熱材スペーサとして用いることはできない。ただし、ゴム発泡体の中には、加硫や配合によって太陽電池の動作状態においても形状を維持する材料がある。

【0040】このような断熱材スペーサを太陽電池と支持部材との間に介在させる際には、太陽電池に断熱材ス

ペーサを取付けた後、支持部材に嵌合させることもできるし、あるいは支持部材内に断熱材スペーサを設置しておき、太陽電池をはめ込むこともできる。このように、状況に応じて適宜太陽電池モジュールを組立てることができる。本発明で重要なことは、局所的に温度勾配が生じないようにするため、全領域において太陽電池と支持部材とが直接接触しないようにすることである。特に、太陽電池モジュールでは、一般に意匠性を重要視するため、フレーム等の支持部材の嵌合部の隙間は狭くなっている。したがって、このような狭い空間において、太陽電池と支持部材とが接触しないことが重要である。

【0041】一方、近年、活性層としてアモルファスシリコンを用いた薄膜光電変換素子を用いた太陽電池が開発され、材料費やエネルギーペイバックタイム等の点で有望なものとして注目されている。しかしながら、平成9年現在、このようなアモルファスシリコンを用いた太陽電池は、太陽光発電用として実用化に至っていないのが実情である。この原因の最も深刻なものの1つとして、光照射による劣化（以下、単に「光劣化」と称する）による光電変換効率の大幅な低下が挙げられる。この現象はステープラ・ロンスキー効果と呼ばれ、光劣化が起こった後、光を照射しない状態で $100\sim 200^{\circ}\text{C}$ 前後の温度でアニールすることにより、大部分は回復する可逆現象である。実際の太陽電池の使用においては、最初の1年間でこの光劣化は安定するが、光劣化率は、アニールを行わない無対策のものでは30%にも及ぶ。

【0042】そこで、太陽電池の動作温度を高温にすることにより、アニール効果を起こし、光劣化を低減することが検討されている。具体的には、太陽電池の裏面に断熱手段、たとえば発泡体等の断熱材を設けることによりアニール効果をもたらす構造が提案されている。こうした構造の太陽電池モジュールにおいては、太陽電池の温度が上昇する一方、支持部材部分の温度上昇が少ないため、通常の場合と比較して、太陽電池のガラス基板内でさらに大きな温度勾配が生じることになる。

【0043】図2は、本発明による第2実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図であって、上述した裏面に断熱手段が設けられた太陽電池を備えた太陽電池モジュールへの本発明の適用例を示す図である。

【0044】図2を参照して、この太陽電池モジュールは、活性層としてアモルファスシリコンが用いられた薄膜光電変換素子を含む太陽電池1と、太陽電池1を支持する支持部材21とを備えている。太陽電池1と支持部材21との間には、熱伝導係数が $10^{-3}\text{W}/\text{cm}\cdot^{\circ}\text{C}$ 以下の断熱材スペーサ31が介在され、さらに太陽電池1と断熱材スペーサ31の間には、接着補助のためのブチルゴムからなるシーリング材4が介在されている。断熱材スペーサ31は、抵抗率が $10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上であって、断熱材としてのみならず、絶縁材としても作用するものであってもよい。

【0045】また、太陽電池1の裏面には、断熱手段として、発泡体等からなる断熱材6が配置されている。断熱手段としては、このような断熱材を用いる他、一定空間の空気層が生じるように、太陽電池1の裏面に容器を取付けてもよい。

【0046】このように構成される太陽電池モジュールにおいては、前述のように太陽電池内で生じる温度勾配が特に大きいと、本発明による効果が特に有効に発揮される。

【0047】図3は、本発明による第3実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図であって、図10に示す構造の太陽電池モジュールへの本発明の適用例を示す図である。

【0048】図3を参照して、この太陽電池モジュールは、太陽電池1と支持台5との間、および太陽電池1と押え部材22との間に、熱伝導係数が $10^{-3} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 以下の断熱材スパーサ31が介在されている。断熱材31は、抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であって、断熱材としてのみならず、絶縁材としても作用するものであってもよい。

【0049】なお、他の構成は、図10に示す太陽電池モジュールと全く同様であるので、その説明は省略する。

【0050】図4は、本発明による第4実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【0051】図4を参照して、この太陽電池モジュールにおいては、太陽電池1と支持部材としてのアルミニウム製フレーム21との間に、抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁材スパーサ32が介在されている。なお、他の構成については、図1に示す第1実施形態の太陽電池モジュールと全く同様であるので、その説明は省略する。

【0052】抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁材としては、ポリカーボネート（抵抗率： $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、ポリスチレン（抵抗率： $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、発泡樹脂（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）、ポリウレタン（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）、セルロースアセテート（抵抗率： $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、シリコン（抵抗率： $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、フェノール樹脂（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、エポキシ樹脂（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、グラスファイバー（抵抗率： $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、石綿（抵抗率： $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、グラスフォーム（抵抗率： $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、アクリル系フォーム（抵抗率： $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、ゴム発泡体（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）、またはコルク（抵抗率： $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上）等が好適に用いられる。

【0053】さらに、絶縁材スパーサの形態としては、テープ状のもの、コの字形にモールドした形状のものが簡便に入手できる。また、スパーサの厚みとしては、支持部材の嵌合部分と太陽電池のサイズとの関係から適宜選択し得るものであるが、完成品の美観、および組立作

業の効率等を考慮して、 $0.2 \sim 1 \text{ mm}$ 程度が好ましい。テープ状絶縁材の具体的な商品としては、3M社より、アクリルフォーム接合材として、アクリル系の発泡樹脂を基材として接着面を両面ないしは片面に設置したテープが販売されている。

【0054】また、絶縁材スパーサとしては、太陽電池の動作状態において形状を維持する材料であることが必要とされる。具体的には、太陽電池の動作温度（約 90°C ）の条件下で、太陽電池の荷重がかかった状態でも変形しないことが必要とされる。上述した材料は、いずれも太陽電池の動作状態において形状を維持することができるものであるため、絶縁材スパーサとして好ましく用いられる。一方、ブチルゴム、ネオプレン、天然ゴム等のゴムは、抵抗率はいずれも $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上であるが、太陽電池用として販売されているものは、室温で可塑性を有し、パテに近い性質であり、太陽電池の動作状態において容易に変形してしまうため、絶縁材スパーサとして用いることはできない。ただし、ゴム発泡体の中には、加硫や配合によって太陽電池の動作状態においても形状を維持する材料がある。

【0055】さらに、絶縁材スパーサとしては、水分等が支持部材の嵌合部に浸入した場合にも、抵抗率が大きく変化しない材料であることが必要とされる。

【0056】このような絶縁材スパーサを太陽電池と支持部材との間に介在させる際には、太陽電池に絶縁材スパーサを取付けた後、支持部材に嵌合させることもできるし、あるいは支持部材内に絶縁材スパーサを設置しておき、太陽電池をはめ込むこともできる。このように、状況に応じて適宜太陽電池モジュールを組立てることができる。本発明で重要なことは、全領域において太陽電池と支持部材とが直接接触しないようにすることである。特に、太陽電池モジュールでは、一般に意匠性を重視するため、フレーム等の支持部材の嵌合部の隙間は狭くなっている。したがって、このような狭い空間において、太陽電池と支持部材とが接触しないことが重要である。

【0057】また、長期間の使用の際に、太陽電池と絶縁材スパーサとの間にイオン性の水分が浸入するのを防止するため、ブチルゴム、シリコン等の液状シーリング材や接着剤を、太陽電池と絶縁材スパーサとの間に適宜介在させて、絶縁性をさらに向上させることもできる。

【0058】図4に示す第4実施形態の太陽電池モジュールにおいては、太陽電池1と絶縁材スパーサ32との間に、ブチルゴムからなるシーリング材4が介在されている。

【0059】また、図5は、本発明による第5実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す図であって、図5(A)は平面図であり、図5(B)は図5(A)に示すB-B線断面図であり、図5(C)は図5(A)に示すC-C線断面図である。

【0060】図5(A)～(C)を参照して、シーリング材を大量に使用することを前提とした場合には、支持部材21と太陽電池1とが直接接触しないように絶縁材スペーサ32を部分的に配置した後、残りの空隙にシーリング材4を注入して、本発明の一態様を実現できる。この場合のシーリング材は、シリコンや熱硬化樹脂のように、完成した段階で可塑性を有しないものが好ましい。

【0061】また、図6は、本発明による第6実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【0062】図6を参照して、絶縁材スペーサ32を太陽電池1と支持部材21との間の全領域に配置する場合には、水分の浸入防止の目的も兼ねて接着剤7で絶縁材スペーサ32と太陽電池1とを接着することも可能である。

【0063】

【実施例】

(実施例1) 図1に示す構造の本発明による第1実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0064】太陽電池1として、ガラス基板側から光入射するタイプの太陽電池であって、アモルファスシリコン集積タイプの光電交換素子の裏面をEVAおよびテドラーで封止したものを用いた。支持部材21として、アルミニウム製フレームを用いた。支持部材21と太陽電池1との間に介在させる断熱材スペーサ31としては、アクリル系発泡体である3M社製「VHB構造用テープY-4950」(熱伝導係数: $2.9 \times 10^{-4} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、抵抗率: $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 、厚さ: 1.14mm)を用いた。また、接着保護のため、太陽電池1と断熱材スペーサ31との間に、ブチルゴムからなるシーリング材4を介在させた。

【0065】このようにして得られた実施例1の太陽電池モジュールについて、気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池1の部分の温度とフレーム21の部分の温度とをそれぞれ測定した。その結果、太陽電池1の部分の温度は55℃であり、フレーム21の部分の温度は40℃であった。

【0066】さらに、フレーム21を強制的に冷却して、10SUN(標準太陽光の10倍: 1000 mW/cm^2)の擬似太陽光を照射する実験を行なった。その結果、10枚の太陽電池モジュール中、1枚も割れは生じなかった。

【0067】(比較例1) 図7に示す構造の従来の太陽電池モジュールを作製した。太陽電池1およびフレーム21としては、実施例1と同様のものを用いた。また、太陽電池1とフレーム21との間には、ブチルゴムからなるシーリング材4を介在させた。

【0068】このようにして得られた比較例1の太陽電池モジュールについて、気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池1の部分の温度とフレーム21の部

分の温度とをそれぞれ測定した。その結果、太陽電池1の部分の温度は50℃であり、フレーム21の部分の温度は40℃であり、10℃の温度勾配が太陽電池1のガラス基板内で発生していた。

【0069】さらに、フレーム21を強制的に冷却して、10SUNの類似太陽光を照射する実験を行なった。その結果、10枚の太陽電池モジュール中、2枚が割れてしまった。

【0070】(実施例2) 図2に示す構造の本発明による第2実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0071】太陽電池1の裏面に配置する断熱材6として、鍾淵化学工業(株)製「カネライトフォーム ヒートマックス」(熱伝導係数: $3.4 \times 10^{-4} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、抵抗率: $10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$ 、厚さ: 25mm)を用い、ゴム系接着剤で太陽電池1の裏面に貼りつけた。なお、他の構成は、実施例1と全く同様とした。

【0072】このようにして得られた実施例2の太陽電池モジュールについて、気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池1の部分の温度とフレーム21の部分の温度とをそれぞれ測定した。その結果、太陽電池1の部分の温度は70℃であり、フレーム21の部分の温度は40℃であり、断熱材6の部分で大きな温度勾配が生じており、太陽電池1のガラス基板内の温度勾配はほとんど発生していなかった。

【0073】さらに、フレーム21を強制的に冷却して、10SUNの類似太陽光を照射する実験を行なった。その結果、10枚の太陽電池モジュール中、1枚も割れは生じなかった。

【0074】(実施例3) 図3に示す構造の本発明による第3実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0075】太陽電池1と支持台5との間、および太陽電池1とアルミニウム製押え部材22との間にそれぞれ介在される断熱材スペーサ31としては、実施例1で用いたのと同じ、アクリル系発泡体である3M社製「VHB構造用テープY-4950」を用いた。

【0076】このようにして得られた実施例3の太陽電池モジュールについて、気温32℃における夏の快晴の南中時に、太陽電池1の部分の温度と押え部材22の部分の温度とをそれぞれ測定した。その結果、太陽電池1部分の温度は70℃であり、押え部材22の部分の温度は35℃であった。

【0077】さらに、押え部材22を強制的に冷却して、10SUNの類似太陽光を照射する実験を行なった。その結果、10枚の太陽電池モジュール中、1枚も割れは生じなかった。

【0078】(実施例4) 図4に示す構造の本発明による第4実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0079】太陽電池1とフレーム21との間に介在させる絶縁材スペーサ32としては、アクリル系発泡体である3M社製「VHB構造用テープY-4920」(熱

伝導係数： $2.9 \times 10^{-4} \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、抵抗率： $1.0 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 、厚さ：0.4mm）を用いた。なお、他の構成は、実施例1と全く同様とした。

【0080】このようにして得られた実施例4の太陽電池モジュールについて絶縁耐圧を測定したところ、3000Vであった。

【0081】次に、この太陽電池モジュールをオープンに入れて、80℃の温度で1時間熱処理し、引続き100℃の温度で1時間熱処理し、さらに120℃の温度で1時間熱処理して、熱処理後の絶縁耐圧の変化を順次測定した。その結果、熱処理によっては絶縁耐圧に全く変化は見られなかった。

【0082】（比較例2）比較例1で得られた太陽電池モジュールについて、絶縁耐圧を測定したところ、3000Vであった。

【0083】次に、この太陽電池モジュールをオープンに入れて、80℃の温度で1時間熱処理し、引続き100℃の温度で1時間熱処理し、さらに120℃の温度で1時間熱処理して、熱処理後の絶縁耐圧の変化を順次測定した。その結果、絶縁耐圧は、100℃の熱処理後では2000Vまで低下し、さらに120℃の熱処理後では1000V以下まで低下した。

【0084】（実施例5）図5に示す構造の本発明による第5実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0085】太陽電池1とフレーム21との間に介在される絶縁材スペーサ32を、図5（A）に示すように四角形状のフレーム21の各辺の両端部および中央部の合計12箇所に配置した。フレーム21の嵌合部の残りの空隙には、シーリング材4を注入した。絶縁材スペーサ32としては、実施例4で用いたのと同じ、アクリル系発泡体である3M社製「VHB構造用テープY-4920」を用いた。また、シーリング材4としては、シリコンを用いた。なお、他の構成については、実施例1と全く同様とした。

【0086】このようにして得られた実施例5の太陽電池モジュールについて絶縁耐圧を測定したところ、3000Vであった。

【0087】次に、この太陽電池モジュールをオープンに入れて、80℃の温度で1時間熱処理し、引続き100℃の温度で1時間熱処理し、さらに120℃の温度で1時間熱処理して、熱処理後の絶縁耐圧の変化を順次測定した。その結果、熱処理によっては絶縁耐圧に全く変化は見られなかった。

【0088】（実施例6）図6に示す構造の本発明による第6実施形態の太陽電池モジュールを作製した。

【0089】太陽電池1とフレーム21との間の全領域に、絶縁材スペーサ32を介在させた。また、絶縁材スペーサ32は、接着剤7を用いて太陽電池1に密に取付け、実施例5のようなシーリング材は使用しなかった。

【0090】絶縁材スペーサ32としては、実施例4で

用いたのと同じ、アクリル系発泡体である3M社製「VHB構造用テープY-4920」を用いた。なお、他の構成については、実施例1と全く同様とした。

【0091】このようにして得られた実施例6の太陽電池モジュールについて絶縁耐圧を測定したところ、3000Vであった。

【0092】次に、この太陽電池モジュールをオープンに入れて、80℃の温度で1時間熱処理し、引続き100℃の温度で1時間熱処理し、さらに120℃の温度で1時間熱処理して、熱処理後の絶縁耐圧の変化を順次測定した。その結果、熱処理によっては絶縁耐圧に全く変化は見られなかった。

【0093】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、太陽電池と支持部材の金属部分との間に断熱材スペーサを設けることにより、太陽電池素子の動作条件においてガラス基板等の硬質透明板内に発生する温度勾配を、抑制することができる。その結果、この温度勾配から生じる熱応力が原因となる太陽電池モジュールの割れ等の故障を防ぐことができ、太陽電池モジュールの機械的信頼性が大幅に改善される。

【0094】また、本発明によれば太陽電池と支持部材の金属部分との間に絶縁材スペーサを設けることにより、透明電極層がガラス基板の側面や光半導体素子形成面と反対側の光入射面側まで回り込んでいる薄膜系太陽電池素子を用いた太陽電池モジュールであっても、結晶系太陽電池を用いた太陽電池モジュールと同程度の絶縁特性が得られる。その結果、絶縁耐圧信頼性に優れた低コストの薄膜太陽電池モジュールを作製することが可能となる。

【0095】さらに、本発明によれば、太陽電池と支持部材の金属部分との間に、断熱材であってかつ絶縁材であるスペーサを設けることにより、機械的信頼性および絶縁耐圧信頼性の共に優れた太陽電池モジュールが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【図2】本発明による第2実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【図3】本発明による第3実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【図4】本発明による第4実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【図5】本発明による第5実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す図である。

【図6】本発明による第6実施形態の太陽電池モジュールの概略構成を示す断面図である。

【図7】従来の基板一体型集積構造の薄膜系太陽電池モジュールの一例の概略構成を示す断面図である。

【図8】図7に示す太陽電池モジュールの太陽電池を拡大して示す部分断面図である。

【図9】図7に示す従来の基板一体型薄膜系太陽電池モジュールにおける問題点を説明するための図である。

【図10】従来の基板一体型集積構造の薄膜系太陽電池モジュールの他の例の概略構成を示す断面図である。

【符号の説明】

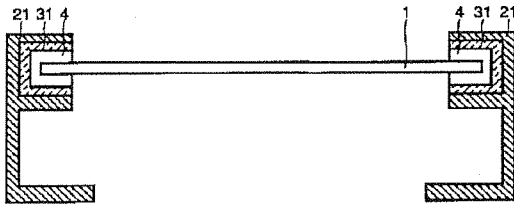
- 1 太陽電池
- 4 シーリング材
- 5 支持台
- 6 断熱材
- 7 接着剤
- 10 ガラス基板

- * 20 透明電極層
- 21 フレーム
- 22 押え部材
- 30 光半導体層
- 31 断熱材スペーサ
- 32 絶縁材スペーサ
- 33 クッション材
- 40 裏面電極層
- 50 光半導体素子
- 10 60 充填材
- 70 裏面保護シート

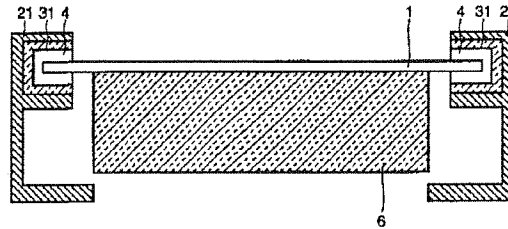
なお、各図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

*

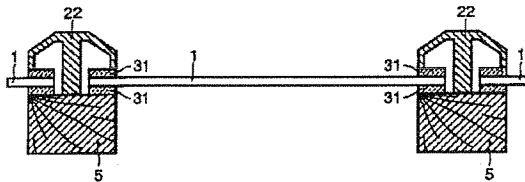
【図1】



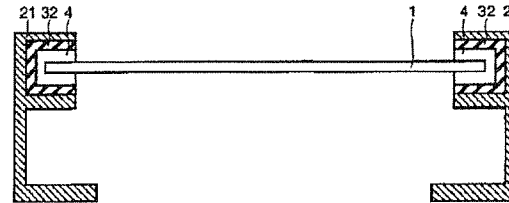
【図2】



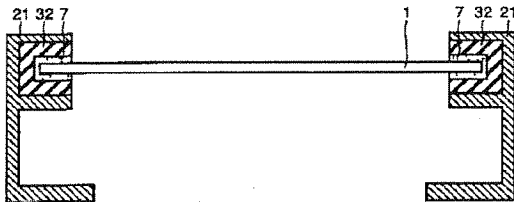
【図3】



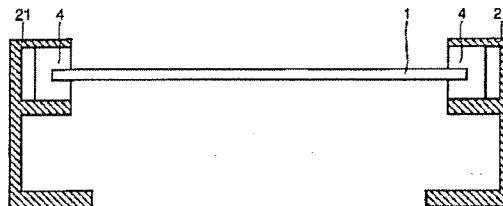
【図4】



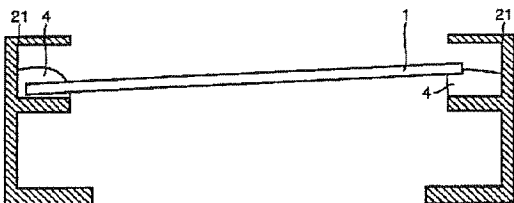
【図6】



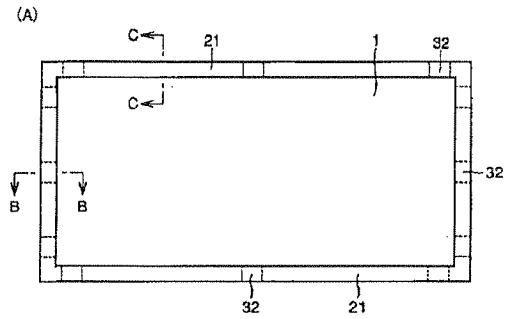
【図7】



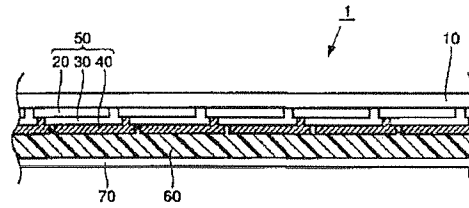
【図9】



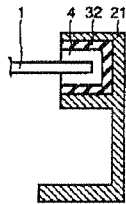
【図5】



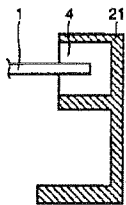
【図8】



(B)



(C)



【図10】

